

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 197 06 106 A 1

⑯ Int. Cl. 6:
F 01 L 9/04

⑰ Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑰ Erfinder:
Clemens, Wolfgang, Dr., 90617 Puschendorf, DE;
Ludwig, Klaus, 91781 Weissenburg, DE; Wimmer,
Richard, 94431 Piilting, DE; Koch, Achim, 93105
Tegernheim, DE

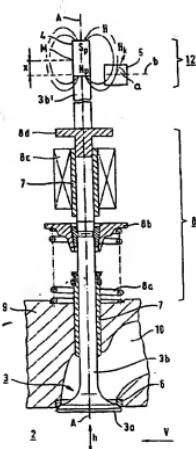
⑯ Entgegenhaltungen:
DE 44 38 059 A1
EP 07 17 172 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Ventileinrichtung eines Verbrennungsmotors

⑯ Die Ventileinrichtung (2) enthält elektromagnetische Betätigungsmitte (8) zur Hubbewegung (h) eines Ventils (3). Ferner sind die Meßmittel (12) vorgesehen, die ein mit einem Ventilschaft (3b') verbundenes magnetfeldempfindliches Element (4) sowie einen magnetfeldempfindlichen Sensor (5) aufweisen. Der Sensor besitzt einen magnetoresistiven Effekt (GMR) zeigendes Schichtensystem.



Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Ventileinrichtung eines Verbrennungsmotors mit Betätigungsmittel zu einer Hubbewegung eines Ventils, das einen Ventilteiler und einen sich in Bewegungsrichtung des Ventils erstreckenden Ventilschaft aufweist. Eine entsprechende Ventileinrichtung geht z. B. aus dem Buch von H. Grobe: "Otto- und Dieselmotoren", 9. Auflage, 1990, Vogel-Buchverlag Würzburg (DE), Seiten 124 bis 131 hervor.

In bekannten Verbrennungsmotoren sind die im allgemeinen als Ventiltreiber bezeichneten Betätigungsmitte für die Bewegung der einzelnen Ventile rein mechanisch ausgelegt. Dabei wird die Hubbewegung eines Ventils z. B. dadurch erreicht, daß eine den Ventilteiler des Ventils in einer Sollposition an einem Ventilsitz haltende Ventilfeder mittels eines an dem Ventilschaft angreifenden Kipphebels zusammengezogen wird, wobei der Kipphebel über eine Stoßstange mit einem Stoßel von einer Nockenwelle aus betätigt wird (vgl. die vorgenannte Veröffentlichung).

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Ventileinrichtung mit den eingangs genannten Merkmalen dahingehend auszugestalten, daß eine gesteuerte Einstellung des Ventilhubes ermöglicht ist, ohne daß es einer Nockenwelle bedarf.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Betätigungsmitte elektro-mechanisch gestaltet sind und daß Meßmittel zur kontaktlosen Bestimmung der Stellung des Ventils vorgesehen sind, welche ein mit dem Ventilschaft verbundenes Element zur Erzeugung eines vorbestimmten Magnetfeldes sowie mindestens einen magnetfeldempfindlichen Sensor enthalten, der einen erhöhten magnetoresistiven Effekt zeigendes Schichtenystem mit einer Meßschicht zur Erfassung des Magnetfeldes aufweist, wobei das magnetfelderzeugende Element relativ zu dem magnetfeldempfindlichen Sensor daran zu führen ist, daß auf die Meßschicht auftreffenden Komponenten des Magnetfeldes mit einer Beugungssache in der Meßschichtebene einen mittleren Winkel einschließen, der eindeutig mit der jeweiligen Position des magnetfeldempfindlichen Sensors relativ zu dem magnetfelderzeugenden Element korreliert ist.

Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, daß die Linearbewegung des Ventilschaftes und damit des mit ihm starr verbundenen magnetfelderzeugenden Elementes mittels des besonderen, an sich bekannten magnetoresistiven Schichtenystems trotz kritischer Meßbedingungen kontaktlos zu messen ist. Da es sich nämlich um die Ein-/ und Auslaßventile eines Verbrennungsmotors handelt, ist es am Ort des Sensors sehr heiß, wobei typische Umgebungstemperaturen von etwa 150°C herrschen. Darüber hinaus kann der Ventilschaft sich drehen und außerdem auch leicht kippen. Ferner muß der Hub, der typischerweise ± 4 mm beträgt, auf etwa 1/100 mm genau gemessen werden, um eine effektive Ventilsteuerung zu ermöglichen. Es wurde erkannt, daß sich Sensoren mit einem an sich bekannten, einen erhöhten magnetoresistiven Effekt zeigenden Schichtenystem unter den genannten erschwerten Bedingungen einsetzen lassen. Der magnetoresistive Effekt derartiger Schichtenysteme ist isotrop.

Mit einem solchen magnetoresistiven Schichtenystem, das insbesondere auch eine sich periodisch wiederholende Schichtenfolge aufweisen kann, ist außerdem vorteilhaft eine solche Steuerung der elektromagnetischen Betätigungsmitte der erfindungsgemäß Ventileinrichtung zu realisieren, daß ein hartes Anschlagen des Ventils in seiner Auf- und/oder Zuposition vermieden wird. Außerdem läßt sich die Steuerung so vornehmen, daß dabei der Verbrauch

an elektrischer Energie insbesondere der Betätigungsmitte auf ein verhältnismäßig geringes Maß begrenzt bleibt.

Ferner ist unter Verwendung des besonderen magnetoresistiven Schichtenystems vorteilhaft eine Temperaturkompensation möglich. Außerdem wird vorteilhaft mit dem Schichtenystem im wesentlichen nur die Richtung eines Streufeldes gemessen, so daß die Kennlinie des Sensors nicht stark von dem Abstand des Schaftes zum Sensor abhängig ist. Es wird hier nur die Steilheit der Kennlinie leicht beeinflußt. Darüber hinaus sind keine zusätzlichen flußführenden Elemente nötig, die genau positioniert werden müßten und die magnetische Hysterese verursachen könnten. Das Signal des Sensors ist analog und frequenzunabhängig, so daß die Auflösung des Hubweges im wesentlichen nur von einer auswertenden Elektronik abhängt. Der Signalhub des besonderen Sensors beträgt typischerweise 3% des Grundwiderstandes und ist somit deutlich höher als z.B. von Hallsondern oder anisotropen magnetoresistiven Sensoren unter vergleichbaren Bedingungen. Dies begünstigt auch das Signal/Rauschverhältnis bei der Auswertung des Sensorsignals.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Ventileinrichtung gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird nachfolgend auf die schematische Zeichnung Bezug genommen, in deren Fig. 1 eine Ventileinrichtung nach der Erfindung veranschaulicht ist. Fig. 2 zeigt in einem Diagramm das Meßsignal eines Sensors einer solchen Ventileinrichtung. Aus den Fig. 3 bis 5 geht eine besondere Ausführungsform von Betätigungsmitten einer erfindungsgemäßen Ventileinrichtung in Fig. 1 entsprechernder Darstellung hervor. In den Fig. 6 und 7 sind spezielle Gestaltungen von magnetfelderzeugenden Elementen einer solchen Ventileinrichtung angedeutet. Dabei sind in den Figuren sich entsprechende Teile jeweils mit denselben Bezeichnungen versehen.

Die erfindungsgemäße, in Fig. 1 allgemein mit 2 bezeichnete und im Längsschnitt dargestellte Ventileinrichtung weist Meßmittel 12 zur kontaktlosen Bestimmung der Stellung position eines Ventils 3 auf, mit denen ein von der Stellposition abhängiges elektrisches Signal zu erzeugen ist, welches mit einer nachgeschalteten Elektronik weiterverarbeitet wird. Erfindungsgemäß sollen als signalerzeugende Mittel jeweils mindestens ein besonderes magnetfelderzeugendes Element 4 und mindestens ein besonderer magnetfeldempfindlicher Sensor 5 vorgesehen sein.

Diesem Sensor ist eine in der Figur nicht dargestellte signalauswertende Elektronik zugeordnet. Er soll ein Dünnschichtenystem aufweisen, das einen erhöhten magnetoresistiven Effekt, der vielfach als "Giant Magneto Resistance" (GMR)-Effekt bezeichnet wird, zeigt. Entsprechende Dünnschichtenysteme sind an sich bekannt (vgl. z. B. WO 94/17426, WO 94/15223, EP 0 483 373 A oder die DE-A-Schriften 42 32 244 oder 42 43 357). Ihr magnetoresistiver Effekt M_r soll mindestens 3% betragen. Im allgemeinen wird der magnetoresistive Effekt M_r bekannter GMR-Dünnschichtenysteme wie folgt definiert:

$$M_r = \Delta R/R(0) = [R(0) - R(B)]/R(0).$$

Hierbei sind $R(B)$ der elektrische Widerstand im Magnetfeld mit einer Induktion B und $R(0)$ der Widerstand bei fehlendem Magnetfeld. Entsprechende Dünnschichtenysteme weisen eine Meßschicht auf, mit der das von dem magnetfelderzeugenden Element hervorgerufen Magnetfeld H erfaßt wird. Dieses Magnetfeld soll so aussehen, daß die von dem Schichtenystem des magnetfeldempfindlichen Sensors 5 erfaßten Magnetfeldkomponenten H_k bei einer relativen

Verschiebung des magnetfelderzeugenden Elementes 4 bezüglich des ortsfest angeordneten magnetfeldempfindlichen Sensors 5 unter sich stetig ändernden Winkeln bezüglich der Meßschicht des Schichtensystems ausgerichtet sind. Besonders geeignet ist deshalb ein Magnetfeld H, das in einer Meßschichtebene zumindest weitgehend dem eines stabförmigen Permanentenants entspricht. Deshalb wird zweckmäßigerweise ein entsprechender Permanentmagnet als magnetfelderzeugendes Element verwendet. Das magnetfelderzeugende Element ist dann relativ zu dem magnetfeldempfindlichen Sensor 5 so beweglich, daß die auf die Meßschicht des Sensors auftreffenden Komponenten H_a des Magnetfeldes mit einer Bezugsrichtung oder -achse b in der Meßschichtebene einen mittleren Winkel α einschließen, der eindeutig mit der jeweiligen Position des Ventils korreliert ist. Dabei wird von der Tatsache ausgegangen, daß der erhöhte magnetoresistive Effekt (GMR) im wesentlichen nur eine Abhängigkeit von dem Winkel der Meßschicht bezüglich der Magnetfeldkomponenten und nicht von der Magnetsfeldstärke zeigt.

Besondere vorteilhaft wird für die erfundungsgemäße Ventileinrichtung ein magnetoresistives Schichtensystem vorgesehen, das magnetische Schichten mit unterschiedlicher Koerzitivfeldstärke aufweist, die gegenseitig magnetisch entkoppelt sind (vgl. z. B. auch EP 0 498 344 A). Die Magnetisierungsrichtungen der beiden Schichten sind dabei ohne Einwirkung eines äußeren Magnetfeldes im allgemeinen antiparallel ausgerichtet. Bei einem solchen Schichtensystem kann die magnetisch härtere, vielfach auch als Bias-schicht bezeichnete Schicht oder ein entsprechendes Schichtensubsystem insbesondere als sogenannter künstlicher Antiferromagnet (vgl. die genannte WO 94/15223) ausgeführt sein. Für die nachfolgend beschriebenen Ventileinrichtungen nach der Erfundung sei eine Ausführungsform eines solchen Schichtensystems mit mindestens einem künstlichen Antiferromagneten zugrundegelegt. Für entsprechende Schichtensysteme wird der magnetoresistive Effekt auch folgendermaßen definiert:

$$M_r = \Delta R/R_p = (R_{ap} - R_p)/R_p$$

Dabei ist mit R_p der Widerstand des Schichtensystems bezeichnet, der sich ergibt, wenn die Richtung eines externen Magnetfeldes parallel zu einer vorbestimmten Bezugsrichtung gerichtet ist. Diese Bezugsrichtung des Schichtensystems ist dabei durch die Magnetisierungsrichtung der magnetisch härteren Schicht bzw. eines entsprechenden Schichtensubsystems festgelegt und in der Fig. 1 mit b bezeichnet. Bei dem Widerstand R_{ap} handelt es sich um den Widerstand des Schichtensystems, der sich bei einer Ausrichtung des externen Magnetfeldes antiparallel zu der vor-genannten Bezugsrichtung ergibt.

Selbstverständlich kann auch das für einen Sensor 5 vorzusehende Schichtensystem mit einem erhöhten magnetoresistiven Effekt in an sich bekannter Weise eine periodische Wiederholung der Schichtenfolge vom magnetisch über mindestens eine Zwischenschicht gekoppelten oder entkoppelten magnetischen Schichten mit gleicher oder verschiedener Koerzitivfeldstärke aufweisen.

Ein prinzipieller Aufbau einer entsprechenden Ventileinrichtung eines Verbrennungsmotors ist aus Fig. 1 ersichtlich. Bei dem Verbrennungsmotor kann es sich um eine beliebige Brennkrafumaschine, z. B. um einen Otto- oder Dieselmotor handeln, bei der die erfundungsgemäße Ventileinrichtung einen mit dem Ventil steuerbaren Zugang zu einem Verbrennungsraum ermöglicht. Folglich liegen das magnetfelderzeugende Element 4 und der mindestens eine magnetfeldempfindliche Sensor 5 im allgemeinen auf erhöhter Un-

gebungstemperatur, beispielsweise auf einem Temperaturniveau von über 100°C. In Fig. 1 sind ferner bezeichnet ein Ventilleller und ein Ventilschaft des längs einer Achse A beweglichen Ventils 3 mit 3a bzw. 3b, ein Ventilsitzring mit 6, eine Ventilschaftsführung mit 7 sowie elektromechanische Betätigungsmitte zur Bewegung des Ventils mit 8. Diese auch als Ventilaktuator bezeichneten Betätigungsmitte gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel eine Ventilfeder 8a auf, die sich auf ihrer einen Seite an einem Motorblockteil 9 abstützt, in welchem ein von dem Ventil absperrender Ein- oder Auslaßkanal 10 für ein Gasgemisch bzw. für ein Abgas verläuft. Auf der gegenüberliegenden Seite stützt sich die Ventilfeder 8a an einem Ventilfederträger 8b ab. Zum Zusammendrücken der Ventilfeder 8a und damit zum Offnen des Ventils sind ferner die Betätigungsmitte 8 mit einem dem Ventilschaft 3b umschließenden Hubmagneten 8c versehen. Im erregten Zustand zieht dann der Hubmagnet 8c mit dem Ventilschaft 3b verbündet, beispielsweise tellerförmiges Hubelement 8d an. Dieses Hubelement besteht deshalb aus einem ferromagnetischen Material, während der Ventilschaft zumindest im Bereich des HubmagNETEN 8c nicht-magnetisch ist. Das Ventil 3 ist somit elektromechanisch zu betätigen.

Wie ferner aus Fig. 1 hervorgeht, wird der GMR-Sensor 5 zu einer kontaktkostenlosen Erfassung und Steuerung der Ventilposition bei der durch einen Doppelpfeil veranschaulichten Hubbewegung h des Ventils eingesetzt. Hierzu ist auf dem Ventilleller 3a abgewandte Seite des Ventilschaftes 3b an einem Teilstück 3b' dieses Schafes außerhalb des Magnetfeldbereichs des Hubmagneten 8c das magnetfelderzeugende Element 4 vorzugsweise in Form eines Permanentmagneten befestigt oder in dieses Teilstück integriert. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Permanentmagnet so angeordnet, daß die durch einen Nordpol Np und einen Südpol Sp veranschaulichte Magnetisierung dieses Magneten in Richtung der Achse A bzw. der Hubbewegung h des Ventils weist. Insbesondere sollte der Permanentmagnet eine zumindest weitgehend zylindrische oder hohlzylindrische Form haben, damit eine Verdrehung des Ventils praktisch keinen Einfluß auf das von dem Magneten erzeugte Streufeld hat. Von diesem Streufeld ist in der Figur eine auf die Meßschicht des GMR-Sensors 5 auftreffende Komponente mittels einer mit H_k bezeichneten gepfeilten Linie veranschaulicht.

Bei der Hubbewegung h des Permanentmagneten trifft dann diese Streufeldkomponente H_k unter unterschiedlichen Winkeln α auf die Meßschicht des GMR-Sensors 5 auf. Der Winkel α ist dabei definiert durch die Richtung der Magnetfeldkomponente H_k bezüglich einer Bezugsachse b in der Meßschichtebene. Diese Bezugsachse steht gemäß dem gewählten Ausführungsbeispiel senkrecht auf der Achse A. Wegen der bekannten cos α -Abhängigkeit von GMR-Sensoren (vgl. z. B. WO 94/17426) ergibt sich dann bei dem gezeigten Aufbau eine zumindest weitgehend lineare Widerstandsänderung des Sensors in Abhängigkeit von der Auslenkung des Permanentmagneten aus einer vorgegebenen Nullage.

In Fig. 2 ist in einem Diagramm eine Kennlinie des Sensors bei einer Anordnung gemäß Fig. 1 wiedergegeben. Diese Kennlinie zeigt die Abhängigkeit eines in Ordinatenrichtung aufgetragenen Sensorsignals S (in willkürlichen Einheiten) von dem Ventilhub bzw. der Hubbewegung h. Dabei ist auf der Abszisse die bei der Hubbewegung sich ergebende Auslenkung in Ordinatenrichtung aufgetragenen aus einer Bezugslage (in willkürlichen Einheiten) angegeben. Hierbei ist ausgenutzt, daß ein GMR-Sensor im wesentlichen empfindlich auf die Richtung des externen Magnetfeldes relativ zu einer intrinsischen Bezugsachse ist,

nicht aber auf die Feldstärke des externen Feldes (solange sich die Feldstärke in einem bestimmten Bereich befindet). Diese Abhängigkeit zeigt sich in einem cosinusförmigen Verlauf des Sensorwiderstandes als Funktion des Winkels des externen Feldes zur Bezugssachse. Bei der Auf- und Abbewegung des Ventils mit dem Permanentmagneten dreht sich die Richtung des Streufeldes des Magneten an der Sensorsposition: somit ändert sich auch die Kennlinie des Sensors, wie in Fig. 2 dargestellt ist. Über einen bestimmten Bereich der Hubbewegung ist diese Kennlinie linear. Dieser lineare Bereich hängt ab von der Länge des Magneten sowie vom Abstand des Sensors zur Achse des Ventilschaftes. Um eine möglichst symmetrische Kennlinie zu erhalten, sollte der Sensor vorzugsweise so angeordnet sein, daß er sich bei einer Mitteilage des Ventils (im halbgeöffneten Zustand) im wesentlichen auf der Höhe der Mitte M des Magneten befindet. Ein solcher Fall ist der Kennlinie der Fig. 2 zugrundelegen.

Abeiwendend von der in Fig. 1 dargestellten Anordnungsmöglichkeit von Permanentmagnet (magnetfelderzeugendem Element) 4 und Sensor 5, wonach die magnetfeldempfindliche Meßschicht des Sensors in einer Ebene liegt, deren Normale senkrecht bezüglich der Achse A des Magneten verläuft, kann der Sensor auch so montiert werden, daß die Ebene seiner magnetfeldempfindlichen Meßschicht eine Normale besitzt, die parallel zur Achse A verläuft. Darüber hinaus können auch mehrere entsprechende Sensoren vorgesehen sein, die auch bezüglich der Achse A verschieden ausgerichtet sein können. So ist z. B. eine Anordnung mehrerer Sensoren auf einer gedachten, konzentrisch zur Achse A umschließenden Mantelfläche eines fiktiven Zylinders möglich. Insbesondere lassen sich zwei diametral auf einer derartigen gedachten Mantelfläche angeordnete Sensoren vorsehen. Außerdem kann mit mehreren Sensoren vorbehalt eine Brückenschaltung aufgebracht sein. Dann läßt sich unter Einsatz weiterer elektronischer Schaltungsteile eine Temperaturkompensation des Meßsignals erreichen, da die Sensorsigenschaften einen zumindest weitgehend linearen Temperaturverlauf haben.

Bei den Ausführungsformen mit Bezugssrichtung b und Sensorsonne des Sensors 5 vorzugsweise senkrecht zur Ventilachse A können gegebenenfalls auch leichte Abweichungen von der 90°-Ausrichtung, d. h. leichte Verkipplungen, toleriert werden.

Gemäß dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel wurde davon ausgegangen, daß es sich bei der Ventilfeder 8a um eine auf Druck beanspruchte Feder handelt, die zum Öffnen des Ventils 3 mittels des Hubmagneten 8c weiter zusammenzudrücken ist. Selbstverständlich sind auch andere Betätigungsmittel zum Öffnen und Schließen des Ventils ebenso geeignet. So können z. B. auch Zugfedern vorgesehen werden, die mittels eines Hubmagneten weiter auseinandergezogen werden. D.h., unter einem Hubmagnet und einem Hubelement der erfundsgemäßen Ventileinrichtung wird jede Art von Mitteln verstanden, mit deren Hilfe die Federlänge zu ändern ist, um das Ventil zu öffnen oder zu schließen. Gegebenenfalls kann bei den Betätigungsmittelelementen 8 der erfundsgemäßen Ventileinrichtung auch auf eine Ventilfeder völlig verzichtet sein und deren Funktion durch einen weiteren Hubmagneten mit Hubelement ausgeübt werden. Es ist dann auch möglich, zum Öffnen und Schließen des Ventils dessen Hubbewegung h mittels eines einzigen Hubmagneten mit entsprechendem Hubelement zu vollziehen.

In den Fig. 3 bis 5 ist eine besondere Ausführungsform von Betätigungsmittelelementen 15 zum Öffnen und Schließen eines Ventils 3 bei offenem Ventil (Fig. 3) bzw. bei halbgeöffnetem, in einer Gleichgewichtsposition befindlichem Ventil (Fig. 4)

bzw. bei geschlossenem Ventil jeweils als Längsschnitt veranschaulicht. Die Betätigungsmittelemente weisen hier zwei Hubmagnete 16 und 17 auf, wobei der untere, dem Ventileller 3a zugewandte Magnet 16 zum Öffnen des Ventils und der obere Magnet 17 zum Schließen des Ventils dienen. Mittels zweier Ventilfedern 18 und 19 unterhalb des unteren Magneten 16 bzw. oberhalb des oberen Magneten 17 wird ein mit einem Ventilschaft 3b verbundenes, ringscheibenförmiges Hubelement 8d bei fehlender oder gleich starker Erregung der Magnete 16 und 17 zweckmäßigerverweise in einer Gleichgewichtsposition gehalten, wobei sich dann das Ventil 3 im halbgeöffneten Zustand befindet (vgl. Fig. 4). Die Erregung der Magnete wird über in der Figur nicht dargestellte Meßmittel (12) mit dem besonderen magnetoresistiven

5 Schleichtsystem ihres mindestens einen Sensors gesteuert. In der Figur ist ferner ein den Ventilschaft 3b umschließendes hydraulisches Zentrierelement 20 angeordnet, das zu einer exakten Führung des Ventils bei der Hubbewegung dient.

10 Selbstverständlich können die Meßmittel 12 gemäß Fig. 1 insbesondere unter dem Gesichtspunkt eines kompakten Aufbaus und einer begrenzten Ausdehnung des Ventilschaftes auch an anderer Stelle des Ventilschaftes angeordnet werden. In Fig. 6 ist als Längsschnitt eine Ausführungsform 15 angegedeutet, bei der ein als magnetfelderzeugendes Element 22 dienender hohlzyllindrischer Permanentmagnet um einen Ventileller 19a einer Ventilfeder 19 angeordnet ist, bei der es sich beispielsweise um die in den Fig. 3 bis 5 gezeigte obere Ventilfeder 19 handeln kann. Der Permanentmagnet 22 weist wiederum vorteilhaft eine in axiale Richtung weisende, bezüglich der Ventilachse A rotationsymmetrische Magnetisierung auf. Die Fig. 6 zeigt ferner eine Halterung 23 mit einem magnetfeldempfindlichen Sensor 5, dessen Bezugssrichtung b senkrecht zur Magnetisierungsrichtung des magnetfelderzeugenden Elements verläuft.

Bei den den Fig. 1 und 6 zugrundegelegten Ausführungsformen von erfundsgemäßen Ventileinrichtungen wurde davon ausgangen, daß der verwendete Magnet als magnetfelderzeugendes Element 4 bzw. 22 axial magnetisiert ist. Eine derartige Ausrichtung der Magnetisierung ist jedoch nicht unbedingt erforderlich. So kann auch ein magnetfelderzeugendes Element mit radialem Magnetisierung vorgesehen werden. Wichtig ist dabei wiederum, daß immer die Bezugssachse b des magnetfeldempfindlichen Sensors zu mindest weitgehend senkrecht zur Magnetisierungsrichtung verläuft. Ein entsprechendes Ausführungsbeispiel ist in Fig. 7 angegeben. Die dort gezeigten Meßmittel 25 einer erfundsgemäßen Ventileinrichtung unterscheiden sich von der Ausführungsform 21 nach Fig. 6 im wesentlichen nur darin, daß das magnetfelderzeugende Element 26 in Form eines hohlzyllindrischen Permanentmagneten in radialer Richtung magnetisiert ist. Auch in diesem Fall ist die Magnetisierung rotationsymmetrisch bezüglich der Ventilachse A. Der zu geordnete magnetfeldempfindliche Sensor 27 weist dann eine Bezugssrichtung bzw. -achse b, die zumindest annähernd in axialer Richtung liegt, also senkrecht auf der Magnetisierungsrichtung des Elements 26 steht. Eine derartige Ausführungsform der Meßmittel 25 hat insbesondere folgende Vorteile:

Während sich für einen axial magnetisierten Permanentmagneten wie z. B. gemäß Fig. 1 eine besonders homogene Feldstärkeverteilung ergibt, weist dieser Magnet jedoch eine verhältnismäßig große axiale Länge auf, die im allgemeinen größer als die Hubbewegung h ist. Der Materialbedarf für einen derartigen Magneten ist dementsprechend groß. Demgegenüber können Permanentmagnete mit radialem Magnetisierung wie z. B. der Magnet 26 nach Fig. 7 in axialer Richtung deutlich kürzer als die Hubbewegung h ausgeführt sein.

Es ergibt sich so eine entsprechende Materialersparnis. Außerdem lässt sich dann der Sensor 27 besonders gut in ein für die Meß- und Betätigungsmittel erforderliches Gehäuse integrieren.

Falls bei einer erfindungsgemäßen Ventileinrichtung eine Verdrehung der Venilachse A unterbunden werden kann, lassen sich auch Ausführungsformen von magnetfelderzeugenden Elementen vorsehen, bei denen eine rotationssymmetrische Magnetsierung nicht gegeben ist. So kann dann z. B. bei einer Ausführungsform der McBmittel 25 nach Fig. 7 der hohlzylindrische Permanentmagnet 26 durch einen Stabmagneten mit radialer Stabachse ersetzt werden, dessen einer Magnetpol dem Sensor 27 zugewandt ist.

Sollte bei erfindungsgemäßen Ventileinrichtungen insbesondere unter dem Gesichtspunkt einer kompakten Bauweise der magnetfeldempfindliche Sensor im Bereich von magnetischen Störfeldern, die z. B. von einem Hubmagneten der Betätigungsmittel erzeugt werden, anzuordnen sein, so können zur Störfeldverminderung selbstverständlich auch magnetische Abschirmmittel vorgesehen werden.

Die in den in Fig. 1, 6 und 7 dargestellten Ventileinrichtungen nach der Erfindung weisen jeweils als magnetfelderzeugendes Element 4 bzw. 22 bzw. 26 einen Permanentmagneten auf. Die von diesen Magneten erzeugten Magnetfelder können aber ebenso gut auch von Elektromagneten hervergrufen werden.

Patentansprüche

1. Ventileinrichtung eines Verbrennungsmotors mit 30 Betätigungsmiteln zu einer Hubbewegung eines Ventils, das einen Ventillifter und einen sich in Bewegungsrichtung des Ventils erstreckenden Ventilschaft aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigungsmitte (8, 15) elektromechanisch ausgestaltet 35 sind und daß McBmittel (12, 21, 25) zu einer kontaktlosen Bestimmung der Stellposition des Ventils (3) vorgesehen sind, welche ein mit dem Ventilschaft (3b) verbundenes Element (4, 22, 26) zur Erzeugung eines vorbestimmt Magnetfeldes (11) sowie mindestens ei- 40 nen magnetfeldempfindlichen Sensor (5, 27) enthalten, der ein erhöhten magnetoresistiven Effekt zeigendes Schichtensystem mit einer Meßschicht zur Erfassung des Magnetfeldes (11) aufweist, wobei das magnetfelderzeugende Element (4, 22, 26) relativ zu dem 45 magnetfeldempfindlichen Sensor (5, 27) derart zu führen ist, daß die auf die Meßschicht auftreffenden Komponenten (H_k) des Magnetfeldes mit einer Bezugsachse (A) in der Meßschichtebene einen mittleren Winkel (α) einschließen, der eindeutig mit der jeweiligen 50 Position des magnetfeldempfindlichen Sensors (5, 27) relativ zu dem magnetfelderzeugenden Element (4, 22, 26) korreliert ist;
2. Ventileinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetfelderzeugende Element (4, 22) vorzugsweise durch einen Permanentmagnet 55 gebildet ist;
3. Ventileinrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch einen Permanentmagneten als magnetfelderzeugendem Element (4, 22), dessen Magnetisierung zu- 60 mindest annähernd in Richtung der Achse (A) des Ventilschaftes (3b, 3b') verläuft;
4. Ventileinrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch einen Permanentmagneten als magnetfelderzeugendem Element (26), dessen Magnetisierung zu- mindest annähernd senkrecht zur Achse (A) des Ventilschaftes (3b, 3b') gerichtet ist;
5. Ventileinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis

4. gekennzeichnet durch einen Permanentmagneten als magnetfelderzeugendem Element (4, 22, 26) mit einer mindest weitgehend zylinderförmigen oder hohlzy- linderförmigen Gestalt.

6. Ventileinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine Anordnung des mindestens einen magnetfeldempfindlichen Sensors (5, 27) derart, daß die Normale auf der Ebene seiner Meßschicht zumindest annähernd senkrecht zu einer magnetischen Achse (A) des magnetfelderzeugenden Elementes (4, 22, 26) ausgerichtet ist.

7. Ventileinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine Anordnung des mindestens einen magnetfeldempfindlichen Sensors derart, daß die Normale auf der Ebene seiner Meßschicht zumindest annähernd parallel zu einer magnetischen Achse (A) des magnetfelderzeugenden Elementes ausgerichtet ist.

8. Ventileinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch eine Anordnung des mindestens einen magnetfeldempfindlichen Sensors (5) derart, daß er sich bei einer Mittelstellung des Ventils (3) zwischen geöffnetem und geschlossenem Zustand zumindest annähernd auf der Höhe der magnetischen Mitte (M) des magnetfelderzeugenden Elementes (4, 22) befindet.

9. Ventileinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigungsmitte (8) eine Ventilfeder (8a) enthalten, deren axiale Länge mittels eines auf ein ferromagnetisches Hubelement (8d) des Ventilschaftes (3b) magnetisch einwirkenden Hubmagneten (8c) zu ändern ist.

10. Ventileinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigungsmitte (15) zwei Hubmagnete (16, 17) mit zugeordneten Ventilfiedern (18 bzw. 19) enthalten, mittels derer sich das Ventil (3) bei fehlender oder gleicher Erregung der Magnete (16, 17) in einem halboffenen Zustand befindet.

11. Ventileinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch mehrere Sensoren.

12. Ventileinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Sensoren zu einer Brückenschaltung zusammengeschaltet sind.

13. Ventileinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch mindestens einen Sensor (5, 27) mit einem Schichtensystem, das magnetische Schichten mit unterschiedlicher Koerzitivfeldstärke aufweist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

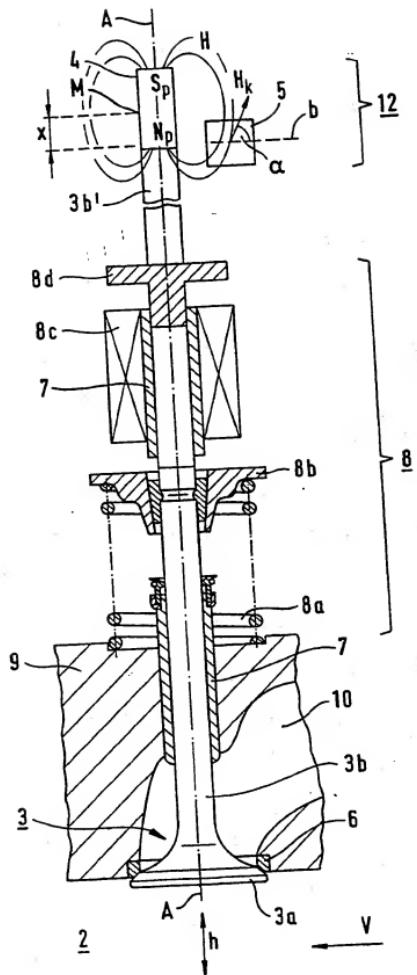


FIG 1

Nummer:
Int. Cl. 6.
Offenlegungstag:

DE 197 06 106 A1
F 01 L 9/04
27. August 1998

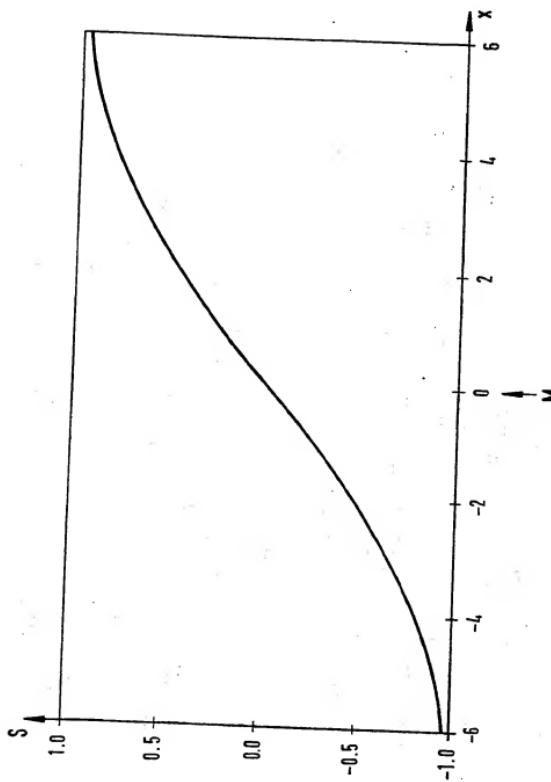
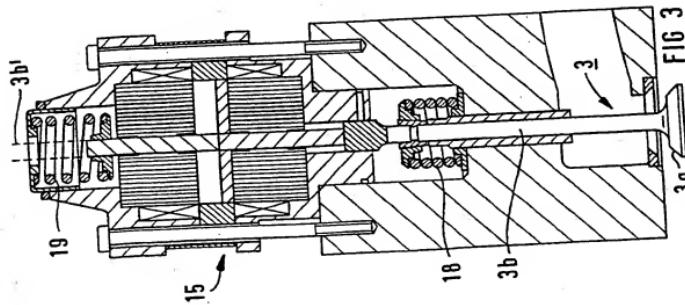
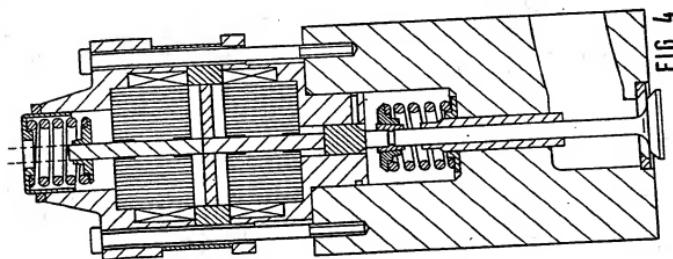
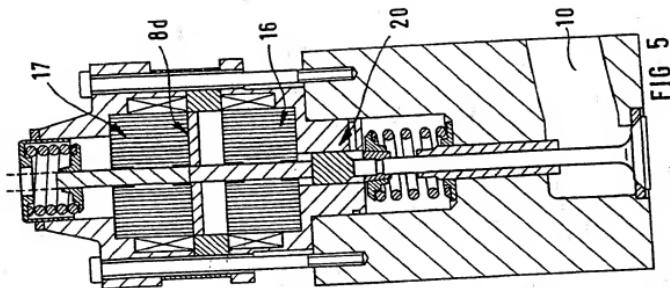


FIG 2



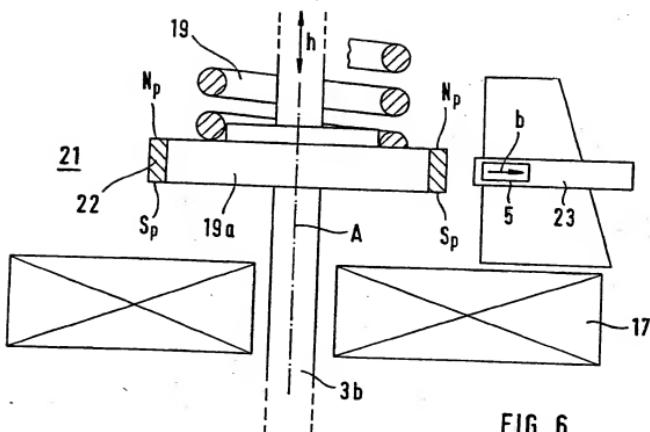


FIG 6

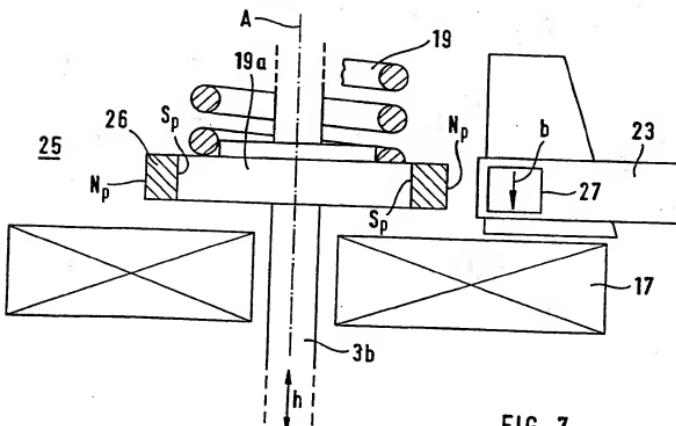


FIG 7